

Внедрение геоинформационных технологий в образовательный процесс по созданию веб-приложений

Implementation of geographic information technologies in the educational process of creating web applications

Авторы статьи

Сафонов Владимир Иванович,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и программирования ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация
wawans@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-0457-1372

Сафонова Людмила Анатольевна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики, информационных технологий и методик обучения ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация
safonova.lan@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-8666-3590

Шалаева Анна Андреевна,

старший преподаватель кафедры информационных технологий и программирования ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация
liyaskinaa@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5804-1716

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Для цитирования

Сафонов В. И., Сафонова Л. А., Шалаева А. А. Внедрение геоинформационных технологий в образовательный процесс по созданию веб-приложений // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2026. – № 06. – С. 349–364. – URL: <https://e-koncept.ru/2026/261160.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2026-11160

Authors of the article

Vladimir I. Safonov,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Information Technology and Programming, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russian Federation
wawans@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-0457-1372

Ludmila A. Safonova,

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Physics, Information Technologies and Teaching Methods, Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev, Saransk, Russian Federation
safonova.lan@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-8666-3590

Anna A. Shalaeva,

Senior Lecturer, Department of Information Technology and Programming, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russian Federation
liyaskinaa@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5804-1716

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

For citation

V. I. Safonov, L. A. Safonova, A. A. Shalaeva, Implementation of geographic information technologies in the educational process of creating web applications // Scientific-methodological electronic journal "Koncept". – 2026. – No. 06. – P. 349–364. – URL: <https://e-koncept.ru/2026/261160.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2026-11160

Поступила в редакцию <i>Received</i>	04.03.26	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	12.04.26
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	12.04.26	Опубликована <i>Published</i>	30.06.26



Аннотация

Актуальность исследуемой проблемы определяется тем, что развитие цифровых технологий привело к повсеместному распространению геоинформационных систем (далее – ГИС) в форме веб-сервисов (веб-ГИС), которые значительно расширяют возможности решения пользовательских задач. На государственном уровне ставится задача создания инфраструктуры, способствующей внедрению достижений в сфере геоинформатики в образовательные процессы. В условиях роста спроса на веб-приложения с интегрированными картографическими функциями существует необходимость подготовки специалистов, обладающих компетенциями в области создания подобных продуктов. Традиционные программы подготовки веб-разработчиков зачастую не уделяют должного внимания интеграции ГИС-технологий, что создает пробел в подготовке кадров для современных потребностей ИТ-рынка. Целью данного исследования является изучение целесообразности внедрения ГИС-технологий в образовательный процесс по подготовке специалистов в области создания веб-приложений. Статья направлена на демонстрацию возможностей применения ГИС в веб-разработке, описание основных этапов и инструментов для интеграции картографического функционала, а также на предоставление рекомендаций по выбору подходящих решений в зависимости от специфики проекта. К ведущим подходам исследования можно отнести аналитический подход к изучению возможностей ГИС применительно к разработке веб-приложений, а также инструментов для интеграции картографического функционала в веб-приложения (Yandex Maps API, OpenLayers, Leaflet.js, Google Maps API). Основные результаты исследования: представление потенциала ГИС в создании современных веб-приложений; описание ключевых этапов интеграции картографических сервисов в веб-страницы; сравнительный анализ инструментов картографии для веб-разработки. Теоретическая значимость статьи заключается в систематизации знаний о применении ГИС-технологий в контексте веб-разработки и обосновании их важности для современного образования. Практическая значимость состоит в предоставлении рекомендаций для внедрения ГИС в образовательный процесс по подготовке веб-разработчиков. Примеры кода и сравнительный анализ инструментов помогут студентам освоить практические навыки работы с картографическими сервисами, а разработчикам – интегрировать ГИС-функционал в свои проекты. Статья может служить основой для разработки методических материалов, а также поможет в выборе ГИС-сервисов при реализации веб-проектов.

Ключевые слова

геоинформационные технологии, геоинформационные системы, обучение, веб-сервисы, веб-программирование

Благодарности

Авторы выражают благодарность студентам направления подготовки «Программная инженерия», принявшим участие в разработке и исследовании веб-приложений с использованием геоинформационных систем.

Abstract

The urgency of the problem under study is determined by the fact that the development of digital technologies has led to the ubiquity of geographic information systems (GIS) in the form of web services (web GIS), which significantly expand the opportunities of solving user problems. At the government level, the task is to create an infrastructure that contributes to the introduction of achievements in the field of geoinformatics into educational processes. In the face of growing demand for web applications with integrated mapping functions, there is a need to train specialists who have competences in the field of creating such products. Traditional web developer training programs often do not pay enough attention to the integration of GIS technologies, which creates a gap in training for the modern needs of the IT market. The aim of this work is to study the feasibility of introducing GIS technologies into the educational process of training specialists in the field of creating web applications. The article is aimed at demonstrating the potentials of using GIS in web development, describing the main stages and tools for integrating cartographic functionality, as well as providing recommendations for choosing suitable solutions depending on the specifics of the project. Leading research approaches include: an analytical approach to studying the capabilities of GIS in relation to the development of web applications and the analysis of tools for integrating mapping functionality into web applications (Yandex Maps API, OpenLayers, Leaflet.js, Google Maps API). The main results of the study include: representation of the potential of GIS in the creation of modern web applications; description of key stages of mapping services integration into web pages; benchmarking mapping tools for web development. The theoretical significance of the article lies in the systematization of knowledge about the application of GIS technologies in the context of web development and justifying their importance for modern education. Practical importance lies in providing specific recommendations for the implementation of GIS in the educational process for the training of web developers. Code examples and comparative analysis of tools will help students develop practical skills in working with map services, and developers integrate GIS functionality into their projects. The article can serve as a basis for the development of methodological materials, and will also help in choosing GIS services when implementing web projects.

Key words

geographic information technology, geographic information systems, training, web services, web programming

Acknowledgements

The authors express their gratitude to the students of the Software Engineering program who participated in the development and research of web applications using geoinformation systems.

Введение / Introduction

Развитие информационных технологий и Интернета затронуло сферу геоинформационных систем (ГИС), породив новое поколение программного обеспечения,

получившего название «Веб-ГИС». Большинство таких гибридных систем задействует картографические серверы (Internet Map Server) для предоставления сервисов ГИС. Интеграция их функций с повсеместностью и удобством интернет-технологий вывела качество решения пользовательских задач на принципиально иной уровень, что находит свое отражение на высшем уровне. Так, одной из ключевых целей государственной политики РФ в сфере освоения космоса является создание единой образовательной инфраструктуры, охватывающей высшие учебные заведения, средние школы и специализированные учреждения, которые занимаются внедрением достижений космической отрасли в образовательные процессы [1].

ГИС можно определить как интегрированные информационные системы, предназначенные для решения различных научных и производственных задач на основе пространственно-локализованных данных об объектах и явлениях природы и общества [2]. ГИС играют важную роль в разработке веб-приложений, позволяя интегрировать пространственные данные и визуализировать их в интерактивном режиме. К возможностям применения ГИС в разработке веб-приложений, обеспечивающих доступ к геоданным и их анализ в реальном времени, можно отнести следующие:

- получение наглядного представления о местоположении интересующих объектов, маршрутах передвижения, границах зон влияния и других пространственных характеристиках посредством интерактивных карт;

- проведение сложных операций над пространственными объектами внутри веб-приложения: поиск ближайших точек интереса, расчет расстояний и временных затрат на передвижение, анализ демографических или экономических показателей в определенных регионах и др.;

- добавление разработчиком слоев карт, объектов и маршрутов в приложение с целью повышения его функциональности и привлекательности для пользователей;

- повышение удобства посредством реализации интерфейса, позволяющего пользователю взаимодействовать с картой и получать обратную связь.

Применение ГИС в веб-приложениях значительно расширяет их функциональные возможности, делая продукты привлекательнее и эффективнее для конечных пользователей. Благодаря интеграции картографии и пространственного анализа разработчики создают удобные и информативные интерфейсы, помогающие решать самые разные задачи – от повседневной ориентации в городе до сложных аналитических операций в промышленности и бизнесе. Таким образом, применение ГИС является важным аспектом создания современных программных средств, что следует учитывать в системе подготовки студентов, чья будущая профессия связана с разработкой веб-приложений.

Обзор литературы / Literature review

Исследователи отмечают роль ГИС в образовательном процессе. Так, в исследовании О. А. Мудраковой рассматривается применение ГИС в обучении географии. Она указывает на то, что необходимость школьной ГИС определена образовательными стандартами. Кроме того, использование ГИС-технологий способствует реализации развивающего обучения [3]. М. А. Сергеева, М. В. Воронина и М. К. Раскладкина констатируют назревшую необходимость реорганизации наук о Земле, связывая это с существенным увеличением области применения геопространственных данных. В качестве проблемы они определяют то, что география не относится к приоритетным предметам, школьники не видят ее места в современной экономике и собственной карьере, а российская экономика не получает необходимые кадры для национальной инновационной системы [4].

Д. С. Марков, В. И. Гинко и А. Д. Малыгин связывают проблемы применения ГИС в сфере образования с их малодоступностью для использования. Сегодня в высшем образовании активно используются программные продукты в концепции Web 2.0, способствующие формированию у студентов геоинформационных компетенций и повышающие качество образования. В исследовании проводится сравнительный анализ и оценка эффективности современного геоинформационного инструментария для использования специализированных ГИС [5]. А. В. Орехова, основываясь на требованиях ФГОС общего образования, указывает на важность развития геоинформационной компетентности учащихся в рамках изучения географии с использованием ГИС-технологий. Основой такого развития автор видит целенаправленную подготовку учеников к осуществлению поисковых действий. В этом плане применение ГИС-технологий в обучении географии выступает ключевым инструментом достижения новых образовательных результатов [6].

Е. А. Гаммер, И. В. Ревина отмечают возможность применения ГИС в исторических исследованиях. Авторы предлагают изучать исторические объекты с привлечением возможностей ГИС. Компьютерное картографирование является одной из эффективных технологий анализа пространственных данных [7]. Д. А. Денисов рассматривает методику использования ГИС в экологическом образовании. Он отмечает, что для эффективного планирования мероприятий по охране природы нужны комплексные материалы дистанционного зондирования Земли, обеспечивающие оперативную и подробную информацию о состоянии окружающей среды больших территорий. Подобные материалы позволяют представлять пользователям сервисы с применением ГИС [8].

Зарубежные исследователи также уделяют внимание применению веб-ГИС в различных сферах деятельности и в образовании. Так, И. И. Уллах, З. Клоу и Д. Мелинг отмечают, что ГИС часто используются в археологии. Прикладное применение ГИС выросло до такой степени, что его можно считать повсеместным. Авторы обращают внимание на рост применения ГИС в проведении исследований и в сфере образования, хотя констатируют небольшое число соответствующих программ, доступных для изучения на уровне бакалавриата или магистратуры [9]. В своем исследовании А. Каджосаари приходит к выводу о необходимости массового участия общественности в создании ГИС. Цифровые подходы к картированию в этом случае объединяют традиции совместного картографирования с пространственно-аналитическими возможностями ГИС. По мнению автора, это позволит создавать удобные для пользователя онлайн-карты [10].

По мнению Л. Серра Беллини, А. Спано, М. Читгадини Беллини и Т. Фабио Джулио, геоинформационные системы являются одними из основных технических инструментов для анализа изменений окружающей среды и климата, влияющих на ландшафты [11]. Современные картографические технологии позволяют оценивать состояние ландшафта до, во время и после экстремальных событий, увеличение частоты которых может быть связано с изменением климата. Для оценки повреждений могут использоваться спутниковые и беспилотные данные, а для анализа изображений – методы ортопроекции и классификации. В своем исследовании Н. Янг, Ч. Чжан, Ц. Янг, Ц. Хун и Ц. Ши предлагают применение нейронных сетей в картографировании перспективности минералов. Авторы представили опыт применения нейронной сети на базе GoogLeNet для прогнозирования перспективы золотых месторождений [12].

Как отмечают И. Олуох, М. Каффер и М. Нагенборг, достижения в области телекоммуникаций и программного обеспечения для геоинформационных систем и геоинформационных наук превратили картографическую практику из инструмента преимущественно государственного аппарата в научное, коммерческое и гуманитарное предприятие. Они рассматривают применение таких технологий с помощью ИИ при картографировании городских районов дистанционным зондированием [13].

Современные ГИС обладают свойством межпредметности. В. Я. Цветков, исследуя их применение в качестве средства обучения, выявил, что использование ГИС является междисциплинарным и выходит за рамки наук о Земле [14]. Например, в геомаркетинге ГИС позволяют связывать пространственные и экономические отношения для решения задач регионального управления и пространственной экономики. Также они позволяют решать задачи классификации и типизации в разных учебных дисциплинах, представляя результаты в визуальной форме. Кроме того, имеются межпредметные связи ГИС с информатикой и математикой. В учебных дисциплинах, связанных с проектированием и графическими построениями, ГИС позволяют конвертировать графику в системы автоматизированного проектирования. Являясь типичной информационной системой, она требует обеспечения информационной безопасности. ГИС дают инструментарий обработки пространственной статистической информации с учетом ее качественных и количественных свойств. ГИС может быть использована в качестве инструмента построения, изучения и анализа графов.

В исследовании Д. А. Габеевой акцент сделан на большом потенциале ГИС при анализе информации и принятии управленческих решений в социально-экономической сфере и в сфере научных исследований. Автор отмечает актуальность методики комплексного прогнозного исследования на синтезе математико-статистических процедур и методов логического моделирования. Представляемая в ГИС-формате информация приобретает убедительность, наглядность и доступность даже для неспециалистов [15]. В. П. Неживов также отмечает межпредметность исторических ГИС. Они оперируют пространственными географическими и историческими данными, поскольку разрабатываются на стыке таких наук, как история, картография и информатика, являясь программным инструментарием для обработки данных. Автор отмечает, что в перспективе требуются аналитические ГИС, включающие в себя множество геопривязанных тематических слоев и статистической информации [16].

Переходя к вопросу о разработке ГИС и сопутствующих им материалов, следует отметить обширный инструментарий, который может быть использован для этой цели. Как отмечают С. В. Шайтура, Л. П. Белю, А. М. Минитаева и А. А. Неделькин, геоинформационный сервис представляет собой сложную информационно-технологическую систему, включающую технологии вычислений, технологии информационного обеспечения и экономическое обоснование рационального поведения. Возникает комплексная наука, полученная в результате симбиоза наук о Земле (геодезия, география, геоэкология, картография) и обществе (взаимодействие общества и индивидуумов), информатики (модели, методы, алгоритмы, языки и программные инструменты визуализации) и экономики (окупаемость и эффективность) [17]. По мнению Н. Д. Хрулёвой, в связи с распространением мобильных технологий студентов следует обучать программированию на примере разработки мобильных ГИС-приложений. Они должны включать такие элементы, как искусственный интеллект, базы данных и др. Предлагается использование Python для создания мобильных приложений [18].

С. А. Тесленок и Л. Г. Калашникова свое исследование посвятили созданию специализированной геоинформационной системы «Инновации в регионах Российской Федерации» с последующим осуществлением математического и геоинформационно-картографического моделирования диффузии инноваций и геоинформационного анализа. Для ее практической реализации было использовано целевое программное обеспечение ArcView GIS, ArcGIS и MapInfo Professional. Эти инструменты стали основой для ГИС-картографирования [19].

К. С. Лебедева, П. Ю. Бугаков представили опыт создания геоинформационной системы для анализа велоинфраструктуры. Для практической реализации ГИС были выбраны: программный продукт для подготовки картографического материала ArcGis; библиотека Leaflet JavaScript, предназначенная для отображения карт на веб-сайтах. Авторы отмечают возможность последующего расширения функциональности системы за счет указанных инструментов [20].

В. А. Латкин рассмотрел специализированные программные пакеты, предоставляющие возможности для создания 3D-карт местности, такие как ГИС «Панорама», MapInfo и ArchiCAD. По мнению автора, они характеризуются определенными недостатками: низкое качество моделей и отображения карты, недостаточное разнообразие объектов реальности. Для усовершенствования итогового результата трехмерного картографирования предлагается применение игрового движка Prism3D, который специализируется на работе с открытыми пространствами. Основная идея заключается в интеграции игрового движка в процесс 3D-картографирования, использовании его качественных возможностей [21].

С. В. Пашков и Г. З. Мажитова реализовали ГИС для агроландшафтного проектирования. При выполнении использованы методы и технологии геоинформационного картографирования, автоматизированной обработки и пространственного анализа данных космических снимков и материалов веб-сервисов Earth Explorer и Google Earth. Геоинформационное картографирование проводилось с помощью программных пакетов ArcGIS и ERDAS Imagine. Как отмечают авторы, система позволяет оперативно решать различные производственные задачи, моделирования и прогнозирования геоэкологических рисков, разработки планов перспективного развития хозяйств и др. [22] В работе Ж. С. Алмановой представлен опыт реализации проекта адаптивно-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственном предприятии. Автором в программе ГИС «Панорама» созданы электронные карты агроэкологических групп земель [23].

А. А. Басаргин, П. Ю. Бугаков и Т. Ю. Бугакова для маршрутизации по территориям с большим количеством объектов и слабо выраженной сетью дорог предлагают применение программного обеспечения QGIS и pgRouting. С их использованием возможно эффективно решать задачу по вычислению и визуализации кратчайшего маршрута между двумя точками на карте [24]. Проводя анализ программного обеспечения, используемого в кадастровой деятельности, В. А. Павлова и Е. Л. Уварова выделяют программу «ПроГео». Она позволяет сформировать как текстовую, так и графическую части документов, а также сопутствующие документы. Программа интегрирована с кадастровой картой земельных участков Росреестра [25]. Отмечая важность исследований в области цифровых технологий в условиях открытой взаимосвязи с окружающей социальной средой, Н. В. Грязнова и А. Э. Сайтибрагимов анализируют возможности генераторов городской среды. Среди них рассмотрена ГИС MosMap Integrator, которая подразумевает интеграцию карт в любое программное обеспечение. Указанная ГИС рассчитана на людей, обладающих навыками программирования [26].

Возможно применение ГИС в собственных сервисах и ресурсах и разработка их элементов. Технологии веб-разработки предлагают программный инструментарий для создания прикладных веб-ГИС, дающих возможность интегрированной обработки разнородных геофизических данных полевых наблюдений, моделирования и дистанционного зондирования. Как отмечают А. В. Курагин, А. Н. Колесенков и Б. В. Костров, при построении ГИС необходимо провести выбор технологии кодирования данных и источника информации с дальнейшим включением в системы кодирования геоданных. Основной интерфейса является система управления базами данных, которая с учетом исходных данных позволяет создавать векторные, растровые, матричные или комбинированные многослойные электронные карты. Применение адаптивного проектирования является менее затратным процессом как с точки зрения времени и финансов, так и с точки зрения уровня знаний. К процессу привлекаются конечные пользователи с меньшими компетенциями, что предполагает охват различных сфер научных интересов, исследуемых и применяемых с помощью современных ГИС [27].

М. Р. Пономаренко, Ю. И. Кутепов и А. Н. Шабаров констатируют отсутствие программных систем, в полной мере решающих информационные задачи в горном производстве. Авторы отмечают потребность в современных программно-технических средствах, применение которых возможно без специальных знаний в области ГИС и веб-технологий [28]. С. Ю. Кацко, Д. А. Ильин и М. А. Карасюк также выявляют проблему отсутствия в свободном доступе тематических цифровых карт для изучения геологии и палеонтологии. Они предлагают этапы разработки веб-ГИС: подготовка картографической основы, разработка структура базы данных, нанесение элементов тематического содержания. В качестве инструмента разработки выбрана серверная геоинформационная система NextGIS Web [29].

Рассматривая подходы к созданию веб-приложений для обработки геопространственных данных, А. А. Кадочников и О. Э. Якубайлик определяют картографические веб-сервисы как основной элемент программного обеспечения таких веб-систем. Среди средств их веб-разработки они выделяют системы управления веб-контентом (CMS) и наборы программных компонентов веб-разработчика – JavaScript-фреймворки [30]. В своей работе Е. П. Гордов, А. Г. Титов, А. А. Притупов и И. А. Ботыгин также демонстрируют опыт разработки веб-ГИС с использованием веб-программирования. Представленный авторами веб-портал предназначен для анализа климатических и метеорологических характеристик. Он обеспечивает взаимодействие с пользователем, реализуя механизмы авторизации пользователей, подключение к базам данных и др. При разработке использовались языки веб-программирования DHTML, PHP и JavaScript [31].

О. Э. Якубайлик рассматривает тренды развития и особенности реализации геоинформационных веб-систем. Автор отмечает, что разработка и внедрение картографических геопространственных веб-ГИС могут расширить сферу применения формируемых геоданных. При этом интеграция ГИС и веб-технологий предоставляет пользователям качественно новые возможности, среди которых – возможность доступа к архивам геопространственной информации [32]. В своем исследовании А. А. Васильев и А. Н. Чащин также отмечают, что веб-технологии существенно упрощают разработку веб-ГИС и не требуют расширенных компетенций в веб-программировании. Авторы представляют разработку почвенно-экологической веб-ГИС для доступа к пространственным данным, характеризующим степень техногенного загрязнения почвы. Формирование веб-карт реализуется с использованием плагина qgis2web, преобразующего проекты настольной ГИС в интерактивные веб-карты (HTML, CSS, JavaScript) [33].

Таким образом, исследователи подчеркивают значимость внедрения ГИС в образование, отмечая их способность развивать у студентов компетенции, востребованные в современных реалиях. В научно-исследовательских работах подтверждается рост популярности ГИС в гуманитарных и естественно-научных направлениях, демонстрируется многогранность их применения. Рассмотренные нами материалы показывают высокую актуальность разработки веб-ГИС с применением веб-программирования. Благодаря современным технологиям веб-дизайна и платформам (JavaScript, HTML/CSS, фреймворки) создание и поддержка таких систем становятся доступнее и проще. Веб-ГИС обеспечивают быстрый доступ к геопространственным данным онлайн. Такие технологии находят широкое применение в экологии, истории, географии, городском планировании и других областях, делая знания о пространстве и среде общедоступными и легко воспринимаемыми широкой аудиторией.

Материалы и методы / Materials and methods

Исходными материалами для исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых, затрагивающие вопросы использования геоинформационных систем при создании веб-приложений. Основой для разработки практических заданий стали научные публикации, учебные пособия, цифровые ресурсы и накопленный опыт обучения разработке веб-приложений с интеграцией веб-ГИС.

При изучении студентами интеграции ГИС в веб-программирование реализовывались следующие дидактические принципы:

- проблемности: студенты сталкиваются с решением реальных задач интеграции картографических данных в веб-проекты, создавая полноценные функциональные прототипы;
- наглядности: возможность наглядно наблюдать результаты своей работы благодаря встроенным инструментам визуализации геопространственной информации и онлайн-отображению результатов;
- активизации самостоятельной деятельности: стимулирование самостоятельного исследования возможностей ГИС, подбора наиболее эффективных способов интеграции;
- активности студента как познающего субъекта: студент выступает активным участником образовательного процесса, самостоятельно формулируя цели, выбирая пути достижения результата и оценивая эффективность своей работы.

Результаты исследования / Research results

Рассматривая обучение студентов веб-разработке, следует отметить, что данное направление охватывает широкий спектр дисциплин и практических навыков, необходимых будущим специалистам для успешной профессиональной деятельности. Основные задачи обучения веб-разработке включают:

- формирование базовых технических навыков, изучение фундаментальных языков для создания интерфейсов и функциональности веб-приложений (HTML, CSS и JavaScript);
- подготовку в области бэкенд-разработки (PHP, Python и др.);
- освоение принципов проектирования интерфейса и взаимодействия с пользователями;
- работу с базами данных, освоение языка запросов, структурирования данных и работу с популярными системами управления базами данных;

- интеграцию передовых технологий и фреймворков, упрощающих разработку (React, Angular, Django и др.);
- обеспечение безопасности веб-приложений, обучение основам защиты веб-ресурсов от атак, обеспечение приватности данных пользователей;
- обучение созданию адаптивных и мобильных веб-решений, одинаково хорошо работающих на любых устройствах и экранах разных размеров.

Чтобы дополнить обучение веб-программированию интеграцией ГИС, важно учитывать ряд аспектов и подходов:

1. При введении ГИС в общий курс веб-разработки начать следует с объяснения студентам значения и роли геоданных в современном мире. Нужно показать важность интеграции картографической информации для многих типов веб-приложений (навигация, логистика, экология и другие сферы бизнеса и науки).

2. В ходе объяснения основ работы с координатами и пространственным контентом нужно рассказать о географической сетке координат, системах координат, уровнях точности и форматах представления данных. Это позволит улучшить понимание базовой структуры данных, используемой в ГИС.

3. При изучении использования готовых платформ можно предложить сервисы Yandex Maps API, Google Maps API, OpenStreetMap и Leaflet.js. Студентам нужно объяснить особенности каждого инструмента, показать добавление карты на сайт, размещение маркеров, построение маршрутов и обработку событий кликов на карте.

4. Давать задания по созданию интерактивных элементов на картах: выделение областей, фильтрация объектов по параметрам, построение маршрутов и вычисление расстояний. Это позволит студентам увидеть реальные сценарии использования ГИС в повседневной практике.

5. Предусмотреть задания по проектированию комплексных учебных проектов, включающие полный цикл разработки веб-приложения с поддержкой картографических функций. Например, разработка туристического портала с функцией планирования маршрута, поиска достопримечательностей и возможностью комментирования мест.

Подключение ГИС на веб-страницу включает несколько этапов, зависящих от выбранного инструмента и целей проекта. Рассмотрим основные шаги и технологии, наиболее часто используемые разработчиками веб-ГИС.

1. Выбор инструментов

Наиболее распространенные инструменты для интеграции картографического функционала на веб-сайты:

– Yandex Maps API: предоставляет мощный инструментарий для отображения карт, маршрутов, объектов инфраструктуры, успешно интегрируется с сайтами благодаря подробной документации и поддержке русского языка;

– OpenLayers: открытая библиотека JavaScript, позволяющая создавать интерактивные карты с поддержкой множества форматов пространственных данных и сервисов;

– Leaflet.js: компактная библиотека JavaScript с открытым исходным кодом, удобная для быстрой разработки простых картографических приложений;

– Google Maps API: при необходимости обращения к глобальной аудитории обеспечивает доступ к мировым данным и сервисам геолокации, требуя платную подписку.

2. Подготовка структуры веб-страницы

Рассмотрим использование Yandex Maps API. Далее приведен пример базового

шаблона с применением HTML и JavaScript.

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Интеграция карты Yandex</title>
  <!-- Загрузка библиотеки Yandex Maps -->
  <script src="https://api-maps.yandex.ru/2.1/?lang=ru_RU"></script>
</head>
<body>
<div id="map" style="width: 100%; height: 400px;"></div>
<script type="text/javascript">
  ymaps.ready(function () {
    var myMap = new ymaps.Мар("map", { // Создание экземпляра карты
      center: [55.75, 37.6], // Центр карты Москва
      zoom: 10 // Масштаб карты
    });
  });
</script>
</body>
</html>
```

3. Добавление объектов (метаданных и слоев)

Следующим этапом является размещение необходимых объектов на карте: маркеры, полигоны, линии и слои с информацией о местности. Далее показан пример добавления маркера на карту.

```
var placemark = new ymaps.Placemark([55.75, 37.6], {
  hintContent: 'Москва',
  balloonContent: 'Это столица России'
});
myMap.geoObjects.add(placemark);
```

4. Интерактивность и события

Чтобы карта была удобной для пользователей, ее нужно сделать интерактивной. Веб-программирование позволяет реализовать навигацию, масштабирование и обработку кликов с помощью специальных методов и обработчиков событий. Приведем пример обработки щелчка мыши на карте.

```
myMap.events.add('click', function(e){
  alert(`Вы кликнули по координатам ${e.get('coords')}`);
});
```

Для использования Yandex Maps API требуется регистрация ключа API на сайте разработчиков Яндекс. Для этого нужно выполнить следующие действия:

1. Перейти на сайт разработчиков Яндекс, открыв официальную страницу по адресу <https://yandex.ru/dev/>
2. Войти в свой аккаунт. Если аккаунта нет, зарегистрироваться.
3. Найти раздел API Карт.
4. Создать новый проект. Указать его название, выбрать тип «Веб-сервис».
5. Выбрать «Яндекс.Карты API» и получить API-ключ. Ключ представляет собой строку символов, которую нужно использовать для аутентификации запросов к API.

После получения API ключа его можно использовать в своем проекте. Пример использования:

```
<script src="https://api-maps.yandex.ru/2.1/?lang=ru_RU&apikey=КЛЮЧ">
</script>
```

В качестве ключевых критериев сравнительного анализа инструментов картографии для разработки веб-приложений были определены следующие:

- 1) стоимость: бесплатность использования базовой версии и наличие платных подписок и ограничений на количество запросов;
- 2) поддерживаемые языки интерфейса: локализация документации и интерфейсных компонентов, поддержка национальных стандартов адресов и координат;
- 3) масштабируемость и производительность: возможность масштабирования решений для крупных проектов с высоким трафиком, оптимизация загрузки ресурсов для мобильных устройств;
- 4) совместимость с платформами и браузерами: совместимость с различными операционными системами и версиями браузеров, доступность специальных расширений для серверных технологий;
- 5) возможности визуализации: количество встроенных типов маркеров, слоев и графических эффектов, гибкость настройки внешнего вида;
- 6) геосервисы и дополнительные возможности: геокодирование, обратное геокодирование, маршруты, сервисы общественного транспорта, интеграция с внешними источниками данных;
- 7) интерактивность и поддержка событий: реакция на события, простота реализации анимаций и динамических обновлений;
- 8) документация и сообщество разработчиков: подробность официальной документации и наличие примеров, активность сообщества пользователей и доступность технической поддержки;
- 9) легкость интеграции и установки: скорость внедрения базовых функций и сложность начальной конфигурации, необходимость глубоких знаний специфики программирования и требований сервера;
- 10) безопасность и приватность данных: уровень защиты передаваемых данных и соблюдение законов о конфиденциальности, ограничение сбора персональных данных пользователями сервиса.

В таблице представлены результаты сравнительного анализа инструментов картографии для разработки веб-приложений.

Результаты сравнительного анализа инструментов картографии для разработки веб-приложений

<i>Критерий</i>	<i>Yandex Maps API</i>	<i>OpenLayers</i>	<i>Leaflet.js</i>	<i>Google Maps API</i>
Стоимость	Бесплатно (ограниченные запросы); платная премиум-версия	Бесплатно	Бесплатно	Платная подписка
Языковая поддержка	Полностью на русском языке	Английский язык	Английский язык	Многоязычная документация
Масштабируемость	Высокая нагрузка поддерживается платной версией	Производительность даже на больших объемах данных	Подходит для небольших и средних проектов	Производительность, подходит для нагруженных сайтов

Браузеры и устройства	Совместимость с браузерами и мобильными устройствами	Поддержка современных браузеров и кросс-платформенность	Совместимость с различными браузерами, включая старые	Совместимость с браузерами и мобильными устройствами
Возможности визуализации	Богатый набор стилей, настраиваемых иконок и фильтров	Большое разнообразие видов слоев и рендеринга	Минималистичный дизайн, легко кастомизировать внешний вид	Обширные стили, слои и инструменты дизайна
Геосервисы	Расширенный набор сервисов (геокодинг, маршруты)	Нет собственных сервисов, интеграция сторонних	Небольшое число сервисов, возможно расширение	Большой выбор служб (маршруты, геокодинг, направления)
Интерактивность	Мощные средства взаимодействия (перетаскивание, масштабирование)	Гарантированная отзывчивость событий мыши и жестов	Отзывчивые элементы управления и взаимодействие	Богатая поддержка интерактивных взаимодействий
Документация	Детализированная русскоязычная документация, есть сообщество	Подробная документация, активное сообщество	Легко осваиваемая документация	Качественная многоязычная документация, сообщество
Простота интеграции	Быстрое внедрение базового функционала	Требует знания особенностей WebGL/SVG/CSS	Простота подключения и минимализм настроек	Достаточная простота начального развертывания
Безопасность	Соответствует требованиям российского законодательства	Без особых рисков, зависит от используемых служб	Низкий риск утечки данных	Строгие меры безопасности, возможны ограничения

Анализ представленных в таблице результатов позволяет сделать вывод, что выбор инструмента зависит от конкретных потребностей проекта. Для проектов, ориентированных на российскую аудиторию, предпочтительнее выбрать Yandex Maps API, обеспечивающую отличную локализацию и поддержку законодательных норм. Если проект международный и требуются мощные геосервисы, стоит рассмотреть Google Maps API. Если же важны открытость исходного кода и гибкость разработки, то оптимальным выбором будут OpenLayers или Leaflet.js.

Заключение / Conclusion

Таким образом, включение ГИС в учебный процесс подготовки веб-разработчиков является актуальной необходимостью в связи с ростом востребованности специалистов, владеющих навыками интеграции картографических сервисов в веб-приложения. Современная цифровая экономика диктует новые требования к квалификации программистов, способных создавать конкурентоспособные продукты с эффективным взаимодействием между данными и географическим положением. В рамках статьи были предложены рекомендации по введению ГИС в учебный процесс, продемонстрированы возможности различных API, а также приведены конкретные рекомендации по интеграции картографического функционала в веб-приложения. Результаты проведенного исследования могут использоваться в качестве материалов для разработки образовательных программ и курсов повышения квалификации, направленных на обучение применению ГИС при разработке веб-приложений.

Ссылки на источники / References

1. Основы государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/560853771>
2. Информационные технологии в образовании: учеб. для вузов / Е. В. Баранова, М. И. Бочаров, С. С. Куликова [и др.]; под ред. Т. Н. Носкова. – СПб.: Лань, 2026. – 296 с.
3. Мудракова О. А. Применение геоинформационных технологий при изучении географии для развития познавательных учебных универсальных действий обучающихся на современном этапе // Педагогический журнал. – 2021. – Т. 11, № 5А. – С. 704–711. DOI: 10.34670/AR.2021.86.98.037.
4. Сергеева М. А., Воронина М. В., Раскладкина М. К. Доступный космос: геоинформационные технологии для школьников // Мир новой экономики. – 2020. – № 14. – С. 6–14. DOI: 10.26794/2220-6469-2020-14-1-6-14.
5. Марков Д. С., Гинко В. И., Малыгин А. Д. Развитие геоинформационных компетенций у студентов, обучающихся по образовательной программе «История; География» по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование // Самарский научный вестник. – 2022. – Т. 11, № 1. – С. 307–313. DOI: 10.55355/snv2022111308.
6. Орехова А. В. Формирование геоинформационной компетентности учащихся в процессе изучения географии на основе применения ГИС-технологий // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2014. – № 1. – С. 150–157.
7. Гаммер Е. А., Ревина И. В. Возможности использования геоинформационных систем в исторических исследованиях // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2015. – № 2. – С. 113–117.
8. Денисов Д. А. Теоретические основы геоинформационных систем и методика использования ГИС в экологическом образовании // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2. – URL: <https://www.minin-vestnik.ru/jour/article/view/58>
9. Ullah I. I., Clow Z., Meling J. Paradigm or Practice? Situating GIS in Contemporary Archaeological Method and Theory // Archaeol Method Theory. – 2024. – Vol. 31. – P. 1185–1231. DOI: 10.1007/s10816-023-09638-1.
10. Kajosaari A. Scale dimensions in public participation GIS: an overview for planning and research // GeoJournal. – 2024. – Vol. 89. – P. 197. DOI: 10.1007/s10708-024-11178-4.
11. Serra Bellini L., Spano A., Cittadini Bellini M., Fabio Giulio T. A heterogenous-source geoinformation system to manage climate-induced modifications on the landscape for sustainable development // Discov Sustain. – 2024. – Vol. 5. – P. 297. DOI: 10.1007/s43621-024-00516-8.
12. Yang N., Zhang Z., Yang J. et al. A Convolutional Neural Network of GoogLeNet Applied in Mineral Prospectivity Prediction Based on Multi-source Geoinformation // Nat Resour Res. – 2021. – Vol. 30. – P. 3905–3923. DOI: 10.1007/s11053-021-09934-1.
13. Oluoch I., Kuffer M., Nagenborg M. In-Between the Lines and Pixels: Cartography's Transition from Tool of the State to Humanitarian Mapping of Deprived Urban Areas // Digital Society. – 2022. – Vol. 1. – P. 5. DOI: 10.1007/s44206-022-00008-0.
14. Цветков В. Я. Особенности применения геоинформационных систем в образовании // Управление образованием: теория и практика. – 2013. – № 4. – С. 15–18.
15. Габеева Д. А. Методика использования геоинформационных и статистических информационных технологий в социогеографических исследованиях // Вестник БГУ. – 2008. – № 1. – С. 48–50.
16. Неживов В. П. ГИС-технологии в моделировании историко-культурного развития России: основные направления и перспективы развития // Московский экономический журнал. – 2021. – № 1. – С. 9–19. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10007.
17. Шайтура С. В., Белоу Л. П., Минитаева А. М., Неделькин А. А. Геоинформационный сервис – новое направление или этап развития цифровой экономики // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 8. – С. 100–110.
18. Хрулёва Н. Д. Обучение студентов разработке ГИС-приложения // Управление образованием: теория и практика. – 2021. – № 5. – С. 249–257. DOI: 10.25726/w0687-1762-2053-0.
19. Тесленок С. А., Калашникова Л. Г. ГИС-картографирование инновационного развития сельского хозяйства России в целях регионального управления // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – № 3. – С. 353–360.
20. Лебедева К. С., Бугаков П. Ю. Разработка методики создания геоинформационной системы для анализа велоинфраструктуры в г. Новосибирске // Вестник СГУГиТ. – 2021. – № 4. – С. 55–64.
21. Латкин В. А. Трёхмерное картографирование местности // Вестник СГУГиТ. – 2021. – № 2. – С. 133–146.
22. Пашков С. В., Мажитова Г. З. Разработка геоинформационного обеспечения для агроландшафтного проектирования на уровне сельскохозяйственного предприятия // Географический вестник. – 2022. – № 4. – С. 167–179.

23. Алманова Ж. С. Проектирование севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия на черноземах южных Павлодарской области // Вестник АГАУ. – 2018. – № 2. – С. 27–31.
 24. Басаргин А. А., Бугаков П. Ю., Бугакова Т. Ю. Расчет и визуализация картографических маршрутов с использованием программного обеспечения QGIS и pgRouting // Вестник СГУГиТ. – 2021. – № 5. – С. 86–98. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-86-98.
 25. Павлова В. А., Уварова Е. Л. Новейшие технологии в кадастровой деятельности // Записки Горного института. – 2017. – С. 313–319. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.313.
 26. Грязнова Н. В., Сайтибрагимов А. Э. Цифровая параметрическая градостроительная документация // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 330–341. DOI: 10.21285/22272917-2021-2-330-341.
 27. Курагин А. В., Колесников А. Н., Костров Б. В. Разработка и анализ методов проектирования геоинформационных систем // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2021. – № 9. – С. 283–287. DOI: 10.24412/2071-6168-2021-9-283-287.
 28. Пономаренко М. Р., Кутепов Ю. И., Шабаров А. Н. Информационно-аналитическое обеспечение мониторинга состояния объектов открытых горных работ на базе технологий веб-картографии // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 8. – С. 56–70. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_8_0_56.
 29. Кацко С. Ю., Ильин Д. А., Карасюк М. А. Разработка веб-гис «Отложения ордовикского периода северо-востока горного Алтая» // Вестник СГУГиТ. – 2022. – № 6. – С. 131–140. DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-6-131-140.
 30. Кадочников А. А., Якубайлик О. Э. Сервис-ориентированные веб-системы для обработки геопространственных данных // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 37–45.
 31. Гордов Е. П., Титов А. Г., Притупов А. А., Ботыгин И. А. Разработка веб-ГИС-приложений для расчета коэффициентов корреляций для климатических и метеорологических характеристик // Известия ТПУ. – 2014. – № 5. – С. 91–98.
 32. Якубайлик О. Э. Особенности построения программного обеспечения геоинформационных веб-систем // МНИЖ. – 2018. – № 5. – С. 62–64. DOI: 10.23670/IRJ.2018.71.025.
 33. Васильев А. А., Чащин А. Н. Технология интернет-картографирования эколого-магнитного состояния почв урбанизированной территории // Социально-экологические технологии. – 2023. – № 3. – С. 263–277. DOI: 10.31862/2500-2961-2023-13-3-263-277.
-
1. *Osnovy gosudarstvennoj politiki v oblasti ispol'zovaniya rezul'tatov kosmicheskoy deyatel'nosti v interesah modernizacii ekonomiki Rossijskoj Federacii i razvitiya ee regionov na period do 2030 goda* [Fundamentals of government policy in the field of using the results of space activities in the interests of modernizing the economy of the Russian Federation and developing its regions for the period up to 2030]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/560853771> (in Russian).
 2. Baranova, E. V. et al. (2026). *Informacionnye tekhnologii v obrazovanii* [Information technology in education]: ucheb. dlya vuzov, Lan', St. Petersburg, 296 p. (in Russian).
 3. Mudrakova, O. A. (2021). "Primenenie geoinformacionnyh tekhnologij pri izuchenii geografii dlya razvitiya poznavatel'nyh uchebnyh universal'nyh dejstvij obuchayushchihsya na sovremennom etape" [The use of geographic information technologies in the study of geography for the development of cognitive universal learning actions of students at the present stage], *Pedagogicheskij zhurnal*, t. 11, № 5A, pp. 704–711. DOI: 10.34670/AR.2021.86.98.037 (in Russian).
 4. Sergeeva, M. A., Voronina, M. V., & Raskladkina, M. K. (2020). "Dostupnyj kosmos: geoinformacionnye tekhnologii dlya shkol'nikov" [Accessible Space: Geoinformation Technologies for Schoolchildren], *Mir novoj ekonomiki*, № 14, pp. 6–14. DOI: 10.26794/2220-6469-2020-14-1-6-14 (in Russian).
 5. Markov, D. S., Ginko, V. I., & Malygin, A. D. (2022). "Razvitie geoinformacionnyh kompetencij u studentov, obuchayushchihsya po obrazovatel'noj programme "Istoriya; Geografiya" po napravleniyu podgotovki 44.03.05 Pedagogicheskoe obrazovanie" [Development of geoinformation competences in students studying in the educational program "History; Geography" in the area of training 44.03.05 Pedagogical education], *Samarskij nauchnyj vestnik*, t. 11, № 1, pp. 307–313. DOI: 10.55355/snv2022111308 (in Russian).
 6. Orekhova, A. V. (2014). "Formirovanie geoinformacionnoj kompetentnosti uchashchihsya v processe izucheniya geografii na osnove primeneniya GIS-tekhnologij" [Development of students' geoinformation competency in the process of studying geography based on the use of GIS technologies], *Vestnik ChGPU im. I. Ya. Yakovleva*, № 1, pp. 150–157 (in Russian).
 7. Gammer, E. A., & Revina, I. V. (2015). "Vozmozhnosti ispol'zovaniya geoinformacionnyh sistem v istoricheskikh issledovaniyah" [Potential of using geographic information systems in historical research], *Prikladnaya matematika i fundamental'naya informatika*, № 2, pp. 113–117 (in Russian).
 8. Denisov, D. A. (2015). "Teoreticheskie osnovy geoinformacionnyh sistem i metodika ispol'zovaniya GIS v ekologicheskom obrazovanii" [Theoretical foundations of geographic information systems and methods of using

- GIS in environmental education], *Vestnik Mininskogo universiteta*, № 2. Available at: <https://www.minin-vestnik.ru/jour/article/view/58> (in Russian).
9. Ullah, I. I., Clow, Z., & Meling, J. (2024). "Paradigm or Practice? Situating GIS in Contemporary Archaeological Method and Theory", *Archaeol Method Theory*, vol. 31, pp. 1185–1231. DOI: 10.1007/s10816-023-09638-1 (in English).
 10. Kajosaari, A. (2024). "Scale dimensions in public participation GIS: an overview for planning and research", *Geo-Journal*, vol. 89, p. 197. DOI: 10.1007/s10708-024-11178-4 (in English).
 11. Serra Bellini, L., Spano, A., Cittadini Bellini, M., & Fabio Giulio, T. (2024). "A heterogenous-source geoinformation system to manage climate-induced modifications on the landscape for sustainable development", *Discov Sustain*, vol. 5, p. 297. DOI: 10.1007/s43621-024-00516-8 (in English).
 12. Yang, N., Zhang, Z., Yang, J. et al. (2021). "A Convolutional Neural Network of GoogLeNet Applied in Mineral Prospectivity Prediction Based on Multi-source Geoinformation", *Nat Resour Res*, vol. 30, pp. 3905–3923. DOI: 10.1007/s11053-021-09934-1 (in English).
 13. Oluoch, I., Kuffer, M., & Nagenborg, M. (2022). "In-Between the Lines and Pixels: Cartography's Transition from Tool of the State to Humanitarian Mapping of Deprived Urban Areas", *Digital Society*, vol. 1, p. 5. DOI: 10.1007/s44206-022-00008-0 (in English).
 14. Cvetkov, V. Ya. (2013). "Osobennosti primeneniya geoinformacionnyh sistem v obrazovanii" [Characteristics of the application of geographic information systems in education], *Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika*, № 4, pp. 15–18 (in Russian).
 15. Gabeeva, D. A. (2008). "Metodika ispol'zovaniya geoinformacionnyh i statisticheskikh informacionnyh tekhnologij v sociogeograficheskikh issledovaniyah" [Methods of using geoinformation and statistical information technologies in socio-geographical research], *Vestnik BGU*, № 1, pp. 48–50 (in Russian).
 16. Nezhivov, V. P. (2021). "GIS-tekhnologii v modelirovanii istoriko-kul'turnogo razvitiya Rossii: osnovnye napravleniya i perspektivy razvitiya" [GIS technologies in modeling the historical and cultural development of Russia: main directions and development prospects], *Moskovskij ekonomicheskij zhurnal*, № 1, pp. 9–19. DOI: 10.24412/2413-046H-2021-10007 (in Russian).
 17. Shajtura, S. V., Belyu, L. P., Minitaeva, A. M., & Nedel'kin, A. A. (2020). "Geoinformacionnyj servis – novoe napravlenie ili etap razvitiya cifrovoj ekonomiki" [Geoinformation services as a new direction or stage in the development of the digital economy], *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, № 8, pp. 100–110 (in Russian).
 18. Hrulyova, N. D. (2021). "Obuchenie studentov razrabotke GIS-prilozheniya" [Training students to develop a GIS application], *Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika*, № 5, pp. 249–257. DOI: 10.25726/w0687-1762-2053-0 (in Russian).
 19. Teslenok, S. A., & Kalashnikova, L. G. (2019). "GIS-kartografirovanie innovacionnogo razvitiya sel'skogo hozyajstva Rossii v celyah regional'nogo upravleniya" [GIS mapping of innovative development of agriculture in Russia for regional management purposes], *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*, № 3, pp. 353–360 (in Russian).
 20. Lebedeva, K. S., & Bugakov, P. Yu. (2021). "Razrabotka metodiki sozdaniya geoinformacionnoj sistemy dlya analiza veloinfrastruktury v g. Novosibirsk" [Development of a methodology for creating a geographic information system for analyzing cycling infrastructure in Novosibirsk], *Vestnik SGUGiT*, № 4, pp. 55–64 (in Russian).
 21. Latkin, V. A. (2021). "Trekhnernoe kartografirovanie mestnosti" [3D terrain mapping], *Vestnik SGUGiT*, № 2, pp. 133–146 (in Russian).
 22. Pashkov, S. V., & Mazhitova, G. Z. (2022). "Razrabotka geoinformacionnogo obespecheniya dlya agrolandshaftnogo proektirovaniya na urovne sel'skohozyajstvennogo predpriyatiya" [Development of geoinformation support for agro-landscape design at the level of an agricultural enterprise], *Geograficheskij vestnik*, № 4, pp. 167–179 (in Russian).
 23. Almanova, Zh. S. (2018). "Proektirovanie sevooborotov v adaptivno-landshaftnyh sistemah zemledeliya na chernozemah yuzhnyh Pavlodarskoj oblasti" [Design of crop rotations in adaptive landscape farming systems on southern chernozems of the Pavlodar region], *Vestnik AGAU*, № 2, pp. 27–31 (in Russian).
 24. Basargin, A. A., Bugakov, P. Yu., & Bugakova, T. Yu. (2021). "Raschet i vizualizaciya kartograficheskikh marshrutov s ispol'zovaniem programmnoho obespecheniya QGIS i pgRouting" [Calculation and visualization of cartographic routes using QGIS and pgRouting software], *Vestnik SGUGiT*, № 5, pp. 86–98. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-86-98 (in Russian).
 25. Pavlova, V. A., & Uvarova, E. L. (2017). "Novejshie tekhnologii v kadaastrovoj deyatel'nosti" [The latest technologies in cadastral activities], *Zapiski Gornogo instituta*, pp. 313–319. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.313 (in Russian).
 26. Gryaznova, N. V., & Sajtibragimov, A. E. (2021). "Cifrovaya parametricheskaya gradostroitel'naya dokumentaciya" [Digital parametric urban planning documentation], *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'*, t. 11, № 2, pp. 330–341. DOI: 10.21285/2227 2917-2021-2-330-341 (in Russian).

27. Kuragin, A. V., Kolesenkov, A. N., & Kostrov, B. V. (2021). "Razrabotka i analiz metodov proektirovaniya geoinformacionnyh system" [Development and analysis of design methods for geographic information systems], *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki*, № 9, pp. 283–287. DOI: 10.24412/2071-6168-2021-9-283-287 (in Russian).
28. Ponomarenko, M. R., Kutepov, Yu. I., & Shabarov, A. N. (2022). "Informacionno-analiticheskoe obespechenie monitoringa sostoyaniya ob"ektov otkrytyh gornyh rabot na baze tekhnologij veb-kartografii" [Information and analytical support for monitoring the condition of open-pit mining facilities based on web mapping technologies], *Gornyy informacionno-analiticheskij byulleten'*, № 8, pp. 56–70. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_8_0_56 (in Russian).
29. Kacko, S. Yu., Il'in, D. A., & Karasyuk, M. A. (2022). "Razrabotka veb-gis "Otlozheniya ordovikskogo perioda severovostoka gornogo Altaya" [Development of a web GIS "Ordovician deposits in the northeastern Altai Mountains"], *Vestnik SGUGiT*, № 6, pp. 131–140. DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-6-131-140 (in Russian).
30. Kadochnikov, A. A., & Yakubajlik, O. E. (2015). "Servis-orientirovannye veb-sistemy dlya obrabotki geoprostranstvennyh dannyh" [Service-oriented web systems for processing geospatial data], *Vestnik NGU. Seriya: Informacionnye tekhnologii*, № 1, pp. 37–45 (in Russian).
31. Gordov, E. P., Titov, A. G., Pritupov, A. A., & Botygin, I. A. (2014). "Razrabotka veb-GIS-prilozhenij dlya rascheta koeffitsientov korrelyatsij dlya klimaticheskikh i meteorologicheskikh harakteristik" [Development of web GIS applications for calculating correlation coefficients for climatic and meteorological characteristics], *Izvestiya TPU*, № 5, pp. 91–98 (in Russian).
32. Yakubajlik, O. E. (2018). "Osobennosti postroeniya programmnogo obespecheniya geoinformacionnyh veb-sistem" [Characteristics of building software for web-based geographic information systems], *MNIZh*, № 5, pp. 62–64. DOI: 10.23670/IRJ.2018.71.025 (in Russian).
33. Vasil'ev, A. A., & Chashchin, A. N. (2023). "Tekhnologiya internet-kartografirovaniya ekologo-magnitnogo sostoyaniya pochv urbanizirovannoj territorii" [Internet mapping technology for the ecological and magnetic status of soils in urban areas], *Social'no-ekologicheskie tekhnologii*, № 3, pp. 263–277. DOI: 10.31862/2500-2961-2023-13-3-263-277 (in Russian).

Вклад авторов

В. И. Сафонов – постановка проблемы, критический обзор и анализ литературы.

Л. А. Сафонова – сбор информации, обобщение результатов исследования.

А. А. Шалаева – анализ и систематизация информации, формулирование заключения.

Contribution of the authors

V. I. Safonov – problem statement, critical review, and literature analysis.

L. A. Safonova – data collection, research results summary.

A. A. Shalaeva – data analysis and systematization, conclusion formulation.